

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-011423

(43)Date of publication of application : 14.01.2000

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

(21)Application number : 10-175928

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 23.06.1998

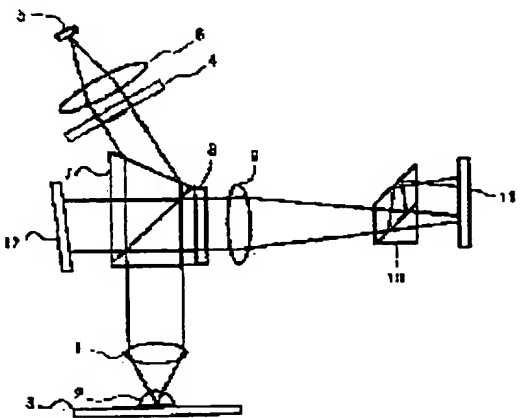
(72)Inventor : NISHIKAWA KOICHIRO

## (54) INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING OPTICAL SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form propagation light to a record medium to a microspot reflecting high NA by a solid immersion lens with a proximity effect by disposing a lightproof means in such a manner that the incident light to the plane part of the solid immersion lens satisfies total reflection conditions and forming the incident light to a non-propagation light when the recording surface does not exist proximally.

**SOLUTION:** An antireflection coating is applied on the plane part of an SIL(solid immersion lens):2 and the distance between both is held at  $1/8$  of a light source wavelength  $\lambda$  in order to efficiently condense the reflected light of the record medium 3 to the SIL:2. In addition, a thin transparent protective film which is not significant to  $\lambda/8$  is applied on the recording medium 3 and is disposed to face the SIL:2. The lightproof means 4 formed by applying elliptic light shielding coatings on glass parallel flat plates is disposed between a semiconductor laser 5 and a beam splitter 7. Only the rays satisfying the total reflection conditions are used within the SIL:2. Then, only the rays satisfying the total reflection conditions are made incident on an objective lens 1 and the microspot below the spot reflecting the high NA of the optical system is obt'd.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

3/5

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-11423

(P2000-11423A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

テームコード (参考)

A 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-175928

(22) 出願日

平成10年6月23日 (1998.6.23)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 西川 幸一郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100065385

弁理士 山下 稔平

Fターム (参考) 5D119 AA11 AA22 DA01 DA05 EB02

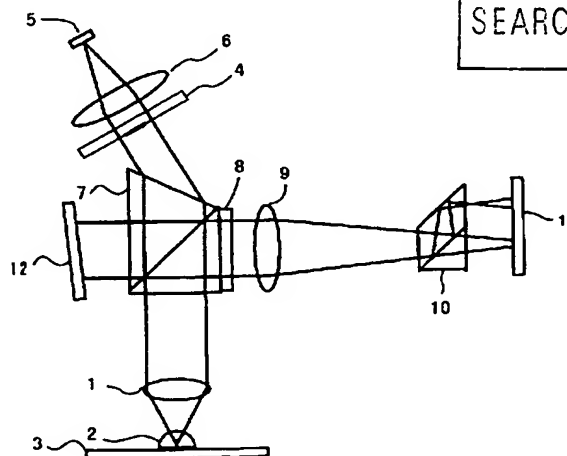
JA43 JA59 JB02 LB05 LB08

(54) 【発明の名称】 情報記録再生光学系

(57) 【要約】

【課題】 光学系構成要素の対物レンズとソリッドイマージョンレンズからなる光学系の高NAを十分に反映した微小なスポットが得られる光学系を提供する。

【解決手段】 光源からの光束を対物レンズで集光し、ソリッドイマージョンレンズの平面部に焦点を結ばせ、該ソリッドイマージョンレンズ平面部に近接した記録面に情報を記録し、または、前記記録面に記録された情報を再生する為の光学系に於いて、記録、または再生に關与する光は、前記記録面が近接して存在しない場合には、ほぼ非伝播光となる光である。



FP04-0079-  
00W0-HP

04.7.13

SEARCH REPORT

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源からの光束を対物レンズで集光し、ソリッドイマージョンレンズの平面部に焦点を結ばせ、該ソリッドイマージョンレンズ平面部に近接した記録面に情報を記録し、または、前記記録面に記録された情報を再生する為の光学系に於いて、

記録、または再生に関与する光は、前記記録面が近接して存在しない場合には、ほぼ非伝播光となる光であることを特徴とする情報記録再生光学系。

【請求項 2】 前記ソリッドイマージョンレンズの平面部に入射する光が全反射条件を満たしているように、遮光手段を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録再生光学系。

【請求項 3】 前記ソリッドイマージョンレンズの平面部に入射する光が全反射条件を満たしているように、前記光源からの光束の一部を偏向する偏向手段を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録再生光学系。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は情報記録再生光学系に関し、特に高い開口数（以下、「NA」と称す。）を有する対物レンズ系光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ソリッドイマージョンレンズ（以下、SIL と称す。）を用いた高 NA を有する対物レンズ系光学系を用いた情報記録再生光学系がさかんに研究・開発されてきている。

【0003】そのようなものとして、例えば、米国特許番号 5,125,750（特開平 5-189796 号公報）がある。

【0004】対物レンズ系からの収束光線は、その対物レンズ系に面する SIL の球状面にほぼ垂直に入射し、記録媒体に近接して面する SIL の平面部に集光する。そして、SIL 内に於いては、波長が  $1/n$ （ $n$ ；SIL 内屈折率）になることにより、光学系を NA はベースとなる対物レンズ系の NA のほぼ  $n$  倍とすることが出来る。

【0005】そこで、先の SIL 平面部の集光点にとってのニアフィールド（近接場、或いは近視野）領域に、記録媒体を配置することにより、高解像度記録再生が可能となる。

【0006】また、さらに高 NA 化を目指して、SIL の球状の厚みを増して図 10 に示すようにすることも周知のことである。

【0007】図 10 のように、SIL の厚み増加分を  $r/n$ （ $r$ ；SIL 曲率半径）とし、ベースとなる対物レンズで SIL 平面部に焦点を結ばせると、光学系の NA をベースとなる対物レンズ系の NA の  $n^2$  倍とすることが出来る。

【0008】即ち、大まかに見て、SIL を使用するこ

とにより、光学系の NA をベースとなる対物レンズ系の NA の  $n \sim n^2$  倍とすることが出来る。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ベースとなる対物レンズ系の NA を  $n \sim n^2$  倍に出来るとなると、容易に光学系の NA が 1 を超えることが可能となる。

【0010】ところが、光学系の NA が 1 を超えている場合、SIL 平面部への入射する光線としては、透過・伝播するものと全反射するものとが存在する。

【0011】全反射領域では、SIL 平面部から記録媒体へ向けての SIL 平面部近傍の空間にエバネッセントモードの光が存在していて、記録媒体が近接した時初めて、フォントネリングにより（近接場効果により）光が伝播する。

【0012】このエバネッセントモードの光は、透過・伝播するものに比較すれば弱い強度のものであり、さらに、伝播方向を  $x$  とすると、全反射領域での光は、

【0013】

【数 1】

$$e^{-2kx}$$

但し、

【0014】

【数 2】

$$k = 2\pi/\lambda, \beta^2 = n^2 \sin^2 \theta - 1$$

に比例して伝播方向に指数関数的に減衰する光である。

【0015】従って、記録媒体が近接する状態であっても、記録媒体から見て、全反射領域の光は、減衰フィルターがかかったように見え、透過・伝播する領域の光が支配的に記録媒体に到達するように見える。

【0016】上記減衰フィルターは、光学的なローパスフィルターとして働く。

【0017】また、SIL 平面部への入射角が臨界角に近づく（即ち、NA が 1）と、全反射に近づくこととなり、透過率が急激に低下する。従って、NA がほぼ 0.9 を超える径から光学的なローパスフィルターが働いているように見える。

【0018】よって、結像されるスポットは、SIL を用いて得られる NA に比較して実効的に低 NA による結像されるスポットとなってしまう。

【0019】従って、本発明の目的は、光学系構成要素の対物レンズと SIL からなる光学系の高 NA を十分に反映した微小なスポットが得られる光学系を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明の情報記録再生光学系に於いては、上記課題を解決するものとして、光源からの光束を対物レンズで集光し、SIL の平面部に焦点を結ばせ、SIL 平面部に近接した記録面に情報を記録し、または、前記記録面に記録された情報を再生する為の光学系に於いて、記録、または再生に関与する光

は、前記記録面が近接して存在しない場合には、ほぼ非伝播光となる光とする。

【0021】また、記録、または再生に関与する光は、前記記録面が近接して存在しない場合には、非伝播光となる光とする為に、SILの平面部に入射する光は全反射条件を満たしているように、遮光手段を設ける、或いは光源からの光束の一部を偏向する偏向手段を設ける。

【0022】以上のようにすることにより、近接場効果により記録媒体に伝播する光は、SILによる高NAを反映したものとなる。

【0023】また、透過・伝播する領域の光が非使用となる光学的超解像効果により、SILによる高NAを反映したスポット、或いはそれよりもさらに微小なスポットが形成出来る。

【0024】

【発明の実施の形態】【実施形態1】次に、本発明の実施形態1について述べる。

【0025】図1は記録再生に係る光磁気用光学ヘッド光学系の概略図である。

【0026】SIL2と記録媒体3の間隔は、浮上機構（図示せず）で光源波長（ $\lambda$ ）の1/8程度以下に保持されている。

【0027】半導体レーザー5からの光束を、ビームスプリッター7を経て対物レンズ1、SIL2の光学系でSIL2の平面部に焦点を結ぶように結像している。半導体レーザー5からビームスプリッター7への光路上に後述する仕様の遮光手段4が設けられている。

【0028】記録媒体3上には、 $\lambda/8$ という値に対して、有意な値を持たない程度の薄い透明保護膜で覆われた記録面がSIL2と対向して設けられている。

【0029】記録面が、焦点から $\lambda/8$ 程度という、焦点から見て近接場光領域にあるので、結像スポットとほぼ同等のスポットで記録再生がなされる。

10

\*【0030】記録媒体3の記録面で反射した光は、記録媒体3の記録面の情報を持ち、センサー11へと導かれる。8は1/2波長板、10は偏光ビームスプリッターである。

【0031】そして、センサー11からの出力より、周知の方法により、フォーカスエラー、トラッキングエラー、光磁気信号等を得る。

【0032】センサー12は、半導体レーザー5からの光束の一部を受光し、半導体レーザー5出力をモニターする。

【0033】図2は、本実施形態の対物レンズとSILからなる高NA光学系を示している。

【0034】単体での対物レンズ1のNAは0.60である。

【0035】SIL2によるNA増大効果について考えると、SIL2の半球からの厚み増加分を $t$ とすると、

【0036】

【数3】

$$NA_{\text{増大比率}} = \frac{n^2}{n + (1-n)\alpha}$$

但し、

【0037】

【数4】

$$t = \alpha \frac{a}{n} \quad (\alpha: \text{SIL曲率半径})$$

となる。

【0038】本実施形態では、 $\alpha \approx 0.77$ として、 $n \approx 1.83$ でトータルのNAを $NA \approx 1.68$ としている。

30 【0039】表1にレンズ系の設計例を示す。対物レンズの非球面係数を表2に示す。

【0040】

【表1】

波長	633 nm			
入射口径	$\phi 3.36$ mm			
光学系NA	1.68			
対物レンズ	r1	1.87873	1.78	1.681060
	r2	-7.9135	0.15783	1
ソリッドイメージングレンズ	r3	0.769	1.09	1.829395
	r4	Infinity		

【0041】

※ ※【表2】

	r1		r2
k	-3.53395D-01	k	-2.83295D+01
A	-2.40620D-03	A	1.20880D-02
B	-4.41960D-04	B	-4.54456D-03
C	-1.51100D-04	C	2.18816D-03
D	5.65954D-05	D	-9.83546D-04
E	-2.34549D-05	E	1.75915D-04

非球面形状は、光線高さを $h$ として、

【0042】

【数5】

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(h/r)^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12}$$

で表される。

【0043】また、SIL2の平面部には図7に示されている特性の反射防止コートが施されている。これにより、記録媒体3からの反射光を効率よくSIL2へ集光することが出来る。

【0044】図中、縦軸はSIL2平面部の透過率、横軸は、SIL2の屈折率とSIL2平面部への記録媒体3からの反射光の入射角 $\theta$ の積である。TsはS偏光成分の特性であり、TpはP偏光成分の特性である。

【0045】図より、 $n \cdot \sin \theta$ が0.9程度までは非常に高い透過率となっている。即ち、対物レンズ1、SIL2の光学系を受光系として見た場合、NA=0.9程度の受光系となる。

【0046】次に、遮光手段4について説明する。

【0047】遮光手段4は、ガラス平行平板に楕円状に遮光コートしたものをを用いている。

【0048】図3を用いて遮光手段4の仕様について述べる。

【0049】 $\theta_1$ を本実施形態でのSIL2への最大入射角とし、SIL2内で $\theta_2$ とする。即ち、 $\sin \theta_1 \approx 20$

$$(\text{対物レンズ1の有効径}) \times \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} / (\text{ビームスプリッター7のビーム整形比})$$

より算出される。

【0055】以上のような光学系を用いると、対物レンズ1への入射強度分布は、近似的に図5のようになる。図では、横軸は対物レンズの有効径の半径で規格化してある。

【0056】また、SIL2平面上でのスポット強度分布は、近似的に図6のようになる。図では、横軸は $\lambda/N$ Aで規格化してある。実線が本実施形態で、点線が比較のための、光学的超解像効果のない場合に相当する。光学的超解像効果によりスポット径が2割程度縮小していることが分かる。

【0057】図5より分かるように、光量損がかなり出るが、形成されるスポットが、図6で示されているように、高NAを反映して非常に微小なので、スポットの強度密度はかなり大きくなり、相殺されて問題は無い。

【0058】ところで、図6より分かるように、スポット径が縮小される分、サイドローブが大きくなる。

【0059】しかしながら、前述した全反射領域が受光時には遮光領域として働き、記録媒体からの反射光は概ねNA<1に相当する光のみがSIL2へ戻るの、符号間干渉や隣接トラックからのクロストークが抑えられる。

【0060】以上のように、本実施形態の利点は、全反射条件を満たす光線のみが対物レンズ1へ入射し、光学系の高NAを反映したスポット以下の微小なスポットが得られることにある。

【0061】【実施形態2】次に、本発明の実施形態2を示す。

\*0.60、 $n \cdot \sin \theta_1 \approx 1.68$ である。

【0050】一方、 $n \cdot \sin \theta_1 \approx 1.0$ とすると、 $\theta_1$ が臨界角に相当する。従って、 $\theta_1$ 以下の入射光線はほぼ透過する。

【0051】従って、 $\theta_1$ に相当するSIL2への入射角 $\theta_1$ 以下の光線を遮光することにより、SIL2内で $\theta_1 \sim \theta_2$ の全反射条件を満たす光線のみを使用することが出来る。

【0052】図4に於いて、 $Wt \approx 1$ 、 $Wr \approx 2$  ( $Wt$ はビーム整形の作用する方向、 $Wr$ はそれと垂直方向を示し、ビームスプリッター7のビーム整形比は約2.0である。)とすることにより上記条件を満たせる。この値は、 $Wr$ であれば、

【0053】

【数6】

$$(\text{対物レンズ1の有効径}) \times \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$Wt$ であれば、

【0054】

【数7】

【0062】図8は記録再生に係る光磁気用光学ヘッド光学系の概略図である。

【0063】本実施形態では、半導体レーザー5からの光束を、ビームスプリッター7を経て対物レンズ1、SIL2の光学系でSIL2の平面部に焦点を結ぶように結像している。半導体レーザー5からビームスプリッター7への光路上に先の遮光手段4の遮光部分と同じ大きさの偏向部を有する偏向手段13が設けられている。

【0064】偏向部は図9に示すようなブレース化された回折格子を有し、その回折格子で、ほぼ100%の光を光源出力モニター用センサー12へ向けて回折する。

【0065】対物レンズ1、SIL2からなる光学系は実施形態1に同じであり、スポットもほぼ同じものが得られる。

【0066】以上のように、この実施形態の利点も、実施形態1と同様、全反射条件を満たす光線のみが対物レンズ1へ入射し、光学系の高NAを反映したスポット以下の微小なスポットが得られることにある。

【0067】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、1.0を超える高NA光学系で、全反射条件を満たす光線のみを使用するようにしたので、その高NAを反映したスポット、或いはそれ以下の大きさの微小なスポットが形成出来、本光学系を用いることにより超高密度情報記録再生装置の提供が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係る光磁気用光学ヘッド光学系を示す概略図である。

【図2】本発明の実施形態1及び2に係る高NA光学系を示す図である。

【図3】遮光手段の仕様を説明するための図である。

【図4】本発明の実施形態1に係る遮光手段を示す概念図である。

【図5】本発明の実施形態1及び2に係る対物レンズ入射強度分布を近似的に表した図である。

【図6】本発明の実施形態1及び2に係るスポット強度分布を近似的に表した図である。

【図7】SIL平面部の為に設計された反射防止コート10の特性を示すグラフである。

【図8】本発明の実施形態2に係る光磁気用光学ヘッド\*

\* 光学系を示す概略図である。

【図9】本発明の実施形態2に係る偏向手段を示す概念図である。

【図10】従来例のSIL光学系を説明するための図である。

【符号の説明】

1 対物レンズ

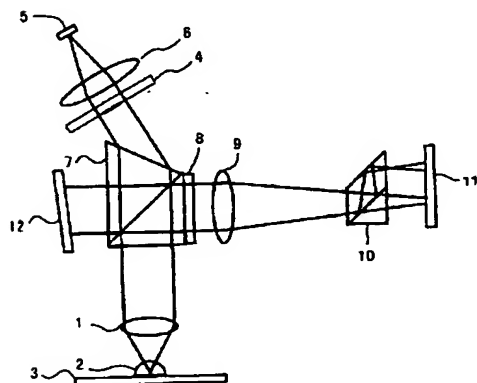
2 ソリッドイメーションレンズ(SIL)

3 記録媒体

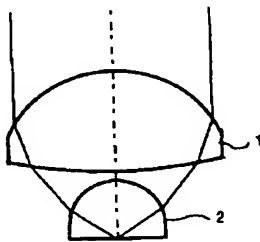
4 遮光手段

13 偏向手段

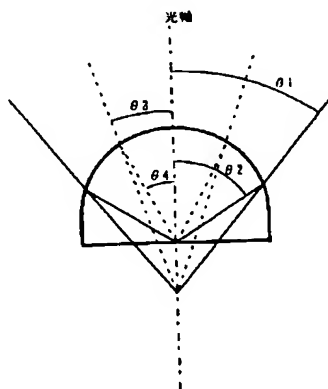
【図1】



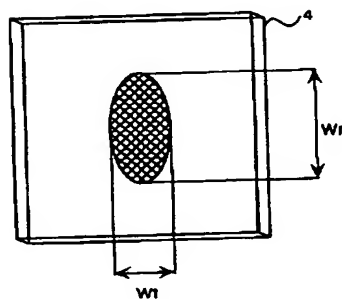
【図2】



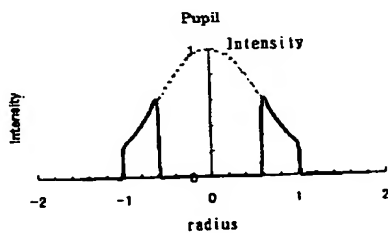
【図3】



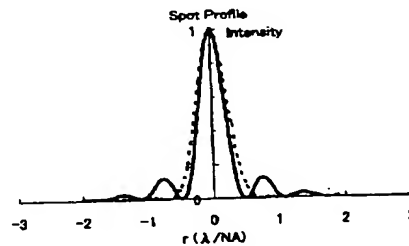
【図4】



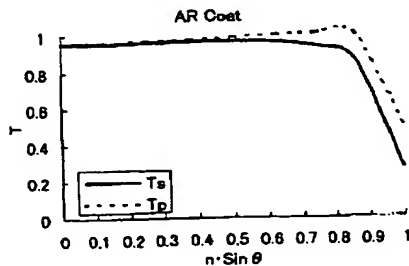
【図5】



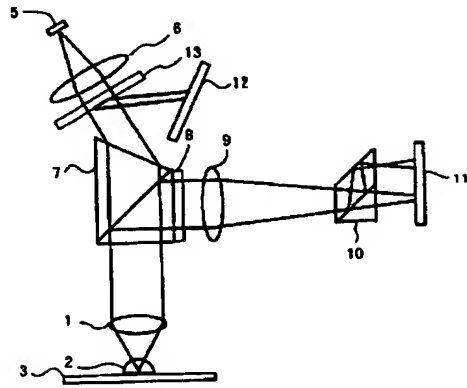
【図6】



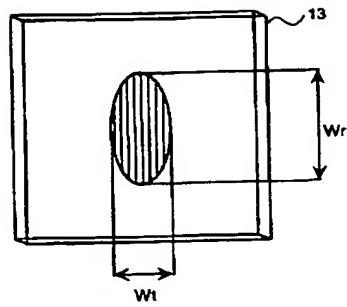
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

